

உலகம் உருண்டை
என்று எப்படி
கண்டுபிடித்தோம் ?

ஐசக் அஸிமோவ்

இந்த புத்தகத்தை தமிழில் மொழி
பெயர்த்தவர்
திரு. அரங்கராஜன் அவர்கள்



உலகம் உருண்டை என்று எப்படி கண்டு
பிடித்தோம் - ஐசக் அசிமோவ்.

பாடப்பிரிவுகள்.

1. உலகம் தட்டையானதா?
2. மறையும் நஷத்திரங்கள்
3. மறையும் கப்பல்கள்
4. பூமியின் நிழல்
5. பூமியின் அளவு

1. உலகம் தட்டையானதா?

வெகு காலத்துக்கு முன்னர் உலகம் தட்டை என்று யாவரும் நினைத்தனர். ஏனென்றால் உலகம் தட்டையாக காண்கிறது. கடலில் கரையிலிருந்து வெகு தூரத்தில் ஒரு படகில் இருந்து நீ பார்த்தால் தண்ணீரின் மேற் பக்கம் எல்லா திசையிலும் தட்டையாக காண்கிறது.



ஆகாயம் அதற்கு மேல் ஒரு கிண்ணத்தை தலை கீழாக கவிழ்த்தது போல தெரிகிறது. கடலும் வானமும் சந்திக்கும் இடம் தொடுவானம் எனப்படும். தொடுவானம் ஒரு வட்டமாகவும் நீ அந்த வட்டத்தின் மையப் புள்ளி ஆகவும் தெரிகிறது. நீ தரையில் இருந்தால் நிலமும் தொடுவானம் வரை விரிந்து இருக்கிறது. ஆனால் நிலத்தில் அந்த தொடுவானம் ஒரே சீராக இல்லை. மேலும் கீழுமாய் மாறி மாறி இருக்கிறது. வீடுகள், மலைகள் மரங்கள் இவை அந்த ஏற்ற இறக்கத்தை கொடுக்கின்றன. பழங்கால மக்கள் சிலர் பூமி எல்லை இல்லாமல் பரந்தது என்று எண்ணினார்கள். ஒரு மிக பெரிய தட்டையான நிலம் தான் பூமி என்று எண்ணினார்கள். கடலுக்கும் எல்லை இல்லை. ஆனால் அது உண்மை என்றால் சூரியனின் உதிப்பு, அஸ்தமனம் எப்படி? காலையில் சூரியன் கிழக்கில் உதிக்கிறது. பகலில் ஆகாயத்தில் பயணம் செய்து மாலையில் அஸ்தமனம் ஆகிறது. மறுநாள் காலையில் மறுபடியும் கிழக்கில்

உதிக்கிறது. பழங்கால மனிதர்கள் சிலர் ஒவ்வொரு நாளும் ஒரு புது சூரியன் செய்யப்பட்டு உதிப்பதாக நம்பினர். மாலையில் அஸ்தமனத்தில் அது அழிந்து விடுகின்றது. வேறு சிலர் சூரியன் மேற்கே மாலையில் கடலில் மறைந்து இரவில் ஒரு படகு மூலம் கிழக்கே கொண்டு வரப்பட்டது, பின் காலையில் உதித்தது என்று நம்பினர்.



சூரியன் ஒரு தங்கத்தில் ஜொலிக்கும் தேர், மந்திர குதிரைகள் வானில் அதை இழுத்துக் கொண்டு பறக்கின்றன என்றும் பலர் நம்பினார்கள். காலையில் சூரியன் கிழக்கில் தங்கத்தேரில் ஏறுகிறான். குதிரைகள் தேரை காற்றில் ஏற்றி மேலே மேலே செல்கின்றன. நண்பகலில் வான் உச்சியை அடைகின்றன. பிற்பகலில் அவை கீழ் நோக்கி ஓடி மாலையில் மேற்கு மூலையை அடைகின்றன இரவில் தேரில் வெளிச்சம் இல்லாமல் சூரிய தேவன் கிழக்கு திசைநோக்கி செல்வான். மறுபடி காலையில் உதிப்பான். துருவ நஷுத்திரத்தில் இருந்து வெகுதூரம் உள்ள நஷுத்திரங்கள் வெகு பெரிய வட்ட பாதையில் சென்றன. அந்த வட்ட பாதைகள் தொடுவானத்துக்கு கீழே போயின. அந்த நஷுத்திரங்கள் கிழக்கே உதித்து மேற்கே அஸ்தமித்தன. சந்திரனும் ஆகாயத்தில் கிழக்கு மேற்காக பயணம் செய்தது. நஷுத்திரங்கள் அதையே செய்தன. எப்படி? பழங்காலத்து விடைகள் இதை சரியாக விளக்கவில்லை. பூமி ஒரு தட்டை என்று

வைத்துக்கொள்வோம். எல்லா திசைகளிலும் பரந்து இருக்கும் பூமி எவ்வளவு ஆழம்? அதில் தோண்டி ஓட்டை ஒன்று செய்தால் எவ்வளவு தூரம்? தோண்டிக்கொண்டே கீழே எல்லையில்லாமல் போய்க்கொண்டே இருக்கமுடியுமா? தட்டை பூமியின் ஆழம் ஒரு மைலா பத்து மைலா அல்லது 50 மைலா? தட்டையான ஒரு பொருளாய் இருந்தால் அது எப்படி விழாமல் நிற்கிறது? எதன் மேல் நிற்கிறது? இந்தியர்கள் பூமி பெரும் யானைகளால் தாங்கி பிடிக்கப்படுகிறது என்று நம்பினார்கள். யானைகள் எதன் மேல் நிற்கிறது? அவை ஒரு மிகப் பெரிய ஆமை மேல் நின்றன. அந்த ஆமை பெருங்கடலில் நீந்தி கொண்டிருந்தது. அப்படியானால் கடல் கீழே கீழே வெகு தொலைவு வரை இருந்ததா? இதற்கு விடை இல்லை. பூமி தட்டையாக காண்கிறது. ஆனால் அது தட்டை என்று கொண்டால் சில கேள்விகள் பிரச்சனைகள் எழுந்தன. தட்டை உலகம் பற்றியும் அப்படி நம்புவதன் பிரச்சனைகளையும் கிரேக்கர்கள் முதன் முதலில் சிந்தித்தனர். கிரேக்க மக்கள் 2500 வருடங்களுக்கு முன்பு இப்போதைய துருக்கி நாட்டின் மேற்கு கடற்கரை பக்கம் வசித்து வந்தார்கள். சிந்தித்த கிரேக்க மக்களின் அனாக்ஸிமேன்டர் என்ற அறிவாளியும் ஒருவர். சூரிய தேவன் பறக்கும் குதிரைகள் முதலியவற்றை அவர் நம்பவில்லை. அவர் இரவில் ஆகாயத்தை ஆராய்ந்து பார்த்ததை பற்றி சிந்தித்தார். நிர்மலமான ஆகாயத்தில் நஷுத்திரங்கள் செல்வதை பார்த்தார். ஆனால் துருவ நஷுத்திரம் நகரவே இல்லை. அது ஒரே இடத்தில் இரவு முழுவதும் இருந்தது. ஒவ்வொரு இரவும் அது அங்கேயே இருந்தது. துருவ நஷுத்திரத்தை சுற்றி மற்ற நஷுத்திரங்கள் ஒரு வட்ட பாதையில் சென்றன. பக்கத்தில் இருந்தால் சிறிய வட்ட பாதை. தூரத்தில் இருந்தால் பெரிய வட்ட பாதை. நஷுத்திரங்கள் ஒரு கோள அணிவகுப்பாக நகர்ந்தன. தேனிக்கூட்டம் போல் தனித்தனியான பாதையில் செல்லவில்லை.

எல்லா நகஷத்திரங்களும் ஒன்றாக பாதையில் சென்றன. அனாக்ஸிமேன்டர் ஆகாயம் ஒரு குழிவான உருண்டை என்று முடிவுக்கு வந்தார். பூமி உருண்டை தன் நடு அச்சை சுற்றி சுழன்றது. அச்சின் ஒரு முனை துருவ நகஷத்திரம். அச்சின் மறு முனை உருண்டையின் பார்வையில் இல்லாத பக்கம் முடிந்தது. இந்த ஆகாய உருண்டை தினமும் தன் அச்சை சுற்றி சுழன்றது.

2. மறையும் நஷத்திரங்கள்

ஆகாய உருண்டையின் நடுவில் பூமி ஒரு தட்டை பலகை என்றால் நாம் ஆகாயமும் பூமியும் ஒன்றை ஒன்று தொட்டுக் கொள்ளும் இடத்துக்கு (தொடுவானம்) பயணம் செய்ய முடியும் காலையில் சூரியன் உதிக்கும் கிழக்கு திசையின் தொடுவானத்துக்கும் போக முடியும் அதை தொட முடியும். (சூரிய வெப்பம் நம்மை கொல்லாமல் இருந்தால்!) அதே மாதிரி பயணம் செய்து மேற்கில் சூரியன் அஸ்தமிக்கும் இடத்தையும் அடையாமல் அந்த கால மக்கள் இது முடியும் என்று நம்பினார்கள். ஒரு மனிதன் தொடுவானத்துக்கு வருவது போல் சித்திரம் கூட வரைந்தார்கள். அந்த இடத்தில்



தலையை நுழைத்து ஆகாய உருண்டையை சுற்றும் இயந்திரங்களை கூட பார்க்க முடியும். கிரேக்க சிந்தனையாளர்கள் ஆனால் இதை நம்பவில்லை எவ்வளவு தூரம் கிழக்கு மேற்கு எந்த திசையில் சென்றாலும் தொடுவானத்தையோ சூரியன் சந்திரனையோ நஷத்திரங்களையோ அருகே போய் அடைய முடியவில்லை. ஒருவேளை பூமி தட்டை வான உருண்டையின் ஒரு திசையிலிருந்து இன்னொரு திசை வரையிலும் இல்லையோ? நம் கண்கள் நம்மை ஏமாற்றுகின்றனவோ தொடுவானம் என்பதே ஒரு மாயையோ?



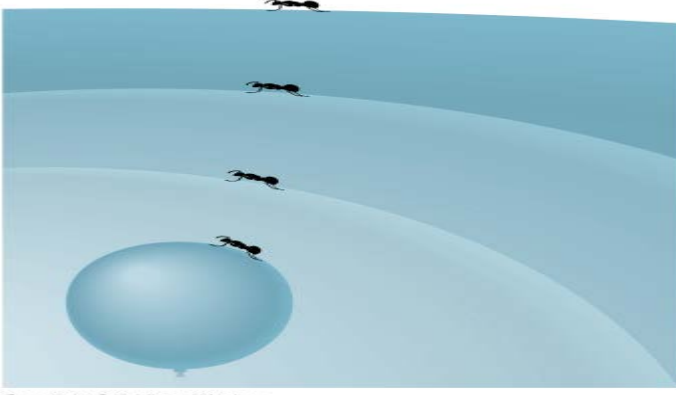
பூமி தட்டு தட்டையாக பெரிதாக இருந்தாலும் ஆகாய உருண்டையை விட வெகு சிறியதோ? அப்படி என்றால் சூரியன், சந்திரன், நக்சத்திரங்கள் பூமி தட்டின் எல்லையில் இருந்து வெகு தூரத்தில் இருக்கும். அதனால் யாராலும் அந்த இடத்தை அடைய முடியாது. பக்கத்தில் கூட போக முடியாது. பூமி தட்டு ஆகாய உருண்டையின் நடுவில் இருந்து தொடுவானம் மட்டும் வெகு தூரத்தில் இருந்தால் ஏன் பூமி தட்டின் எல்லைக்கு யாராலும் போக முடியவில்லை? இப்படி இருக்குமோ? பூமி தட்டு ஆகாய உருண்டையின் நடுவில் இருந்தாலும் அதன் தரை பாகத்தை சுற்றி தண்ணீர் இருக்கிறதோ? ஏன் என்றால் வெகு தூரம் சென்றால் எப்படியும் கடல் இருந்தது. அதனால் தண்ணீர் தான் கடல் தான் பூமி தட்டின் எல்லை வரை பரந்து இருக்கிறது. பயணிகள் யாருமே நிலத்திலிருந்து வெகு தூரம் போனதில்லை. நிலத்தை பார்க்க முடியாத அளவு தூரத்துக்கு போனதில்லை. அதனால் தான் பூமியின் எல்லையை, தொடுவானத்தை அடைய முடியவில்லையோ? அப்படி என்றால் கடல் நீர் ஏன் நில எல்லையில் இருந்து கீழே கொட்டவில்லை? ஒரு வேளை நிலத்தின் எல்லையில் கொட்டாமல் தடுப்பதற்கு ஒரு மடிப்பு இருக்கிறதோ? அது நீர் கொட்டுவதை தடுத்து நிறுத்துகிறதோ. அதனால் தான் நிலத்தின் எல்லைக்கு போக முடியவில்லையோ? அப்படி என்றால் பூமி தட்டே ஏன் கீழே விழவில்லை? பூமி தட்டை என்று நம்புவதற்கு சிரமமாக இருந்தது. ஆகாய உருண்டை, சூரிய உதயம், அஸ்தமனம். இவைகள்

பற்றிய விளக்கம் நம்புவதற்கு சிரமம் இல்லை. சரி பூமி தட்டை இல்லை என்றால் வேறு என்ன வடிவம்? ஆகாயத்தை பார்த்தால் நஷத்திரங்கள் தெரிகின்றன. ஆனால் அவை ஒளி புள்ளிகள். வெறும் சிறிய ஒளி புள்ளிகளாக நஷத்திரங்கள் இருந்ததால் அக்கால சிந்தனையாளர்கள் அவைகளை பற்றி ஒன்றும் சொல்ல முடியவில்லை. ஆனால் சூரியனும் சந்திரனும் வித்தியாசமானவை. சூரியன் எப்போதுமே ஒரு முழு ஒளி வட்டமாக இருந்தது. ஆனால் சந்திரன் அப்படி இல்லை. சில சமயம் முழு வட்டமாக இருந்தது சில சமயம் அரை வட்டமாகவும், மற்றும் சில சமயம் ஒரு பிறை சந்திரனாகவும் மாறிக்கொண்டே இருந்தது. பூமி தட்டின் எதிர் எதிர் பக்கத்தில் இருந்தாலும் ஒரே பக்கத்தில் இருந்தாலும் சந்திரனுக்கு சூரியனை பார்க்கும் பக்கத்தில் வரும் ஒளி ஒரே மாதிரியாக வந்தது. சூரியனும் ஒரு கோள உருண்டையாக இருந்தால் தான் இது முடியும் என்று விளக்க முடிந்தது. அனாக்ஸிமேன்டர் மனத்தில் ஒரு விளக்கம் ஆகாயத்தில் ஒரு திட்டமான வடிவம் கொண்ட மூன்று பொருள்கள் – சூரியன், சந்திரன், ஆகாயம் மூன்றுமே உருண்டை கோளங்கள். அப்படி என்றால் பூமியும் ஒரு உருண்டை கோளமா? பூமி தட்டை இல்லையா? அவசியமில்லை ஆகாயத்துக்கும் பூமிக்கும் வெவ்வேறு விதிமுறைகள் இருக்கலாமே ஆகாயத்தில் சில பொருட்கள் உருண்டை என்றால் பூமியும் உருண்டை என்பது அவசியமில்லை. சூரியன் கூடரும் ஒளி பிழம்பு பூமி அப்படி இல்லையே. சந்திரன் ஆகாயத்தில் பயணம் செய்தது. பூமி செய்ததாக தெரியவில்லை ஆகாயத்தில் நஷத்திரக் கூட்டம் பூமியில் இல்லையே. பூமியின் உருவத்தை கண்டு பிடிக்க பூமியை ஆராய வேண்டும் வேறு பொருட்களை அல்ல. சரி பூமியை பற்றி சிந்திப்போம் பூமியின் வெவ்வேறு இடத்தில் இருந்து பார்த்தால் நஷத்திரங்கள் வேறு வேறு மாதிரி தெரிகின்றனவா? பூமி தட்டை என்றால் அந்த வேறுபாடு இருக்க முடியாது. நிர்மலமான

ஆகாயத்தில் இரவில் எல்லா நஷத்திரங்களையும் காணலாம் தட்டை பூமியில் எங்கு இருந்தாலும் அதே காட்சியை காண முடிய வேண்டும். ஆனால் அப்படி இல்லையே! பயணம் செய்தவர்கள் வடக்கே சென்றால் ஆகாயம் சிறிது வேறு மாதிரி தென்ப்பட்டது. இருக்கும் இடத்திலிருந்து பார்க்க முடிந்த சில நஷத்திரங்களை வடக்கே சென்றால் காணமுடியவில்லை. வீட்டுக்கு திரும்பினால் மீண்டும் அவைகளை பார்க்க முடிந்தது. தொடுவானத்திலிருந்து மேலே வந்த மாதிரி அவைகள் தென்ப்பட்டன. தெற்கே போனவர்கள் கதை என்ன? வீட்டிலிருந்த போது பார்க்க முடியாத சில நஷத்திரங்களை தெற்கே போனால் பார்க்க முடிந்தது. திரும்ப வீட்டுக்கு வந்து பார்த்தால் அவை மறைந்து விட்டன. இது வடக்கு தொடுவானத்துக்கும் பொருந்தும். வீட்டில் இருந்து பார்த்தால் சில நஷத்திரங்கள் தொடுவானத்துக்கு கீழே போயின. வடக்கே சென்றால் அவை மேலே வந்தன. தெற்கே சென்றால் தொடுவானத்துக்கு மேலே இருந்த சில நஷத்திரங்கள் தொடுவானத்துக்கு கீழே சென்றன. நஷத்திரங்களை பூமி தட்டையின் எல்லா இடங்களில் இருந்தும் பார்க்க முடியவில்லை. அதனால் பூமி தட்டையாக இருக்க முடியாது. பூமி ஒரு குழிவான உருளையாக இருக்குமோ? அனாக்ஸிமேன்டர் இதைத்தான் நினைத்தார் ஆகாய கோளத்தின் நடுவில் ஒரு குழிவான உருளையாக பூமி இருக்கிறது வடக்கே சென்றால் உருளையின் வளைவோடு செல்கிறோம். திரும்பிப்பார்த்தால் அந்த வளைவு சில நஷத்திரங்களை நம் பார்வையில் இருந்து மறைத்து விடுகிறது. தெற்கே சென்றால் அதே மாதிரி வளைவு பகுதியில் செல்கிறோம். வளைவு மறுபடியும் சில நஷத்திரங்களை மறைத்து விடுகிறது. ஆகாயம் ஏன் வித்தியாசமாக வெவ்வேறு இடங்களிலிருந்து பார்த்தால் காணப்படுகிறது என்பதற்கு இது விளக்கம் அளித்தது.

3. மறையும் கப்பல்கள்

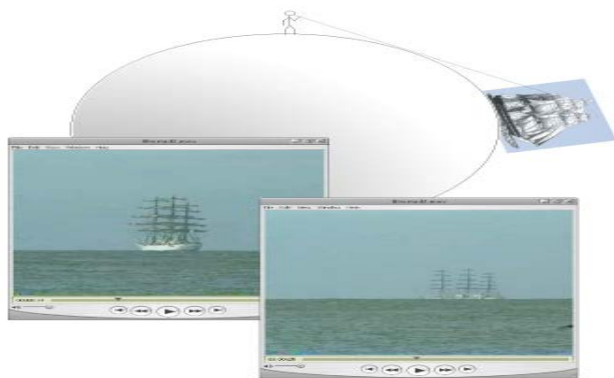
அனாக்ஸிமேன்டரின் பூமி உருளை விளக்கம் சில கேள்விகளை எழுப்புகிறது. அது உருளை என்றால் ஏன் தட்டையாக காண்கிறது. அதற்கு சுலபமாக பதில் சொல்லிவிடலாம். பூமிக்கு ஒப்பிடுகையில் நாம் மிகச்சிறிய உருவம் உள்ளவர்கள் அதனால் பூமியின் வெகு சிறிய பகுதியையே பார்க்க முடிகிறது. உருளையின் வளைவு அதில் மிகக்குறைவு என்பதால் தட்டையாக தெரிகிறது. இது எப்படி? ஒரு மிகப்பெரிய பலுனை கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். பல அடிகள் விட்டம் அதில் வெகு சிறிய விட்டத்தை கற்பனையில் காணுங்கள்.



Copyright © Addison Wesley.

ஒரு வெகு சிறிய பூச்சி அதை பார்த்தால் அதற்கு இந்த வட்டம் தட்டையாக தெரியும். மேலும் கடினமான ஒரு கேள்வி. உருளையில் வடக்கிலோ, தெற்கிலோ பயணம் செய்தால் ஏன் கீழே இறங்குவது போன்ற எண்ணம் வரவில்லை. அந்த வளைவில் ஏன் வழக்கி கீழே விழவில்லை? பூமியின் சொர சொரப்பு நாம் வழக்கி விழுவதை தடுக்கிறதோ? சொர சொரப்பு மேடு பள்ளம் இல்லாத பகுதியில் இல்லாமலிருந்தும் ஏன் வழக்கவில்லை? சமுத்திரம் ஒரே மட்டம் வழவழப்பாக உள்ளது. அதில் போனால் ஏன் வழக்கி சரிவதில்லை? கப்பல்கள் உருளையின் வளைவில் ஏன் சறுக்க செய்வதில்லை? ஏன்

கடல் முழுவதும் வழக்கி தண்ணீரை பூமியில் இருந்து சொட்டி விடுவதில்லை. அனாக்ஸிமேன்டர் இவைகளுக்கு நல்ல விடை கிடைக்கவில்லை. ஆனாலும் அவர் இதை விட இயற்கை செயல்களை விளக்குவதற்கு வேறு வழி இல்லையென நினைத்தார் அதனால் பூமி உருளை என்று நம்பினார். வடக்கே தெற்கே போனால் பூமி வளைவு காட்டுகிறது. கிழக்கே மேற்கே போனால்? நசுஷத்திரங்கள் தொடுவானம் கீழே மறைந்து போகின்றனவா அவைகளின் மாறுபட்டு தெரிகிறதா? இதற்கு பதில் சொல்வது கடினம். ஆகாயம் சுழல்வதால் நசுஷத்திரங்கள் எப்பொழுதும் கிழக்கில் காணப்படுகின்றன மேற்கே மறைகின்றன. கிழக்கே போனாலும் மேற்கே போனாலும் அது மாறுவதில்லை. ஆகாயம் சுழல்வது நின்றால் நசுஷத்திரங்கள் மாறாமல் இருக்கின்றனவா (அதனால் பூமி ஒரு உருளை தட்டை) என்று அறியலாம். ஆனால் சுழற்றுவது எப்போதுமே நிற்பதில்லை. நிருபிக்க முடியவில்லை அதனால் அது சரி என்பது சரியாக படவில்லை. ஒன்றை நிருபிக்க ஆதாரம் தேவை. வேறு வழியாக பூமியின் வடிவத்தை அறிய முடியுமா? ஆகாயம் சுழற்றி இவைகளை விட்டு விட்டு வேறு வழியாக போக முடியுமா?



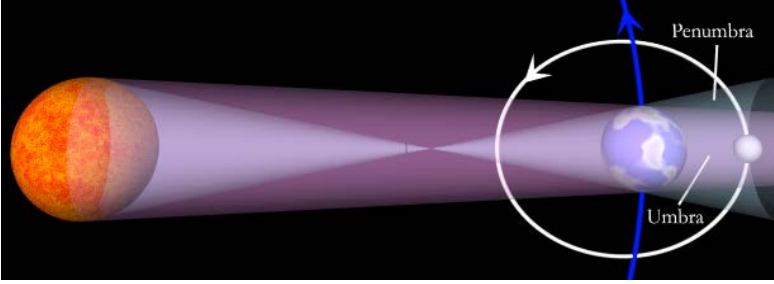
அந்த மாதிரி தகவல் கடற்கரையில் கிடைக்கும். ஆகாயம் தேவையில்லை. பூமி தட்டையாக இருந்தால் கடலில் செல்லும் ஒரு கப்பல் தூரம் போக, போக சிறியதாக, தெரியும். கடைசியில் ஒரு

புள்ளியாக மறைந்து விடும். ஆனால் இது நடப்பதில்லை முதலில் முழு கப்பலையும் பார்க்க முடியும், சிறிது நேரம் கழித்து மேல் பக்கம் மறைகிறது, பிறகு கப்பலின் பாய்மரம் மறைகிறது, பிறகு முழு கப்பலும் மறைந்து விடுகிறது. அப்படி என்றால் கப்பல் நீரில் மூழ்கிவிட்டதா? தண்ணீர் பாய்மரத்துக்கு மேலே மேலே வந்து மூழ்க அடிக்கிறதோ? இருக்க முடியாது கப்பல்கள் மூழ்காமல் திரும்பி வருகின்றனவே. கப்பலின் மாலுமிகள் பாய்மரத்துக்கு மேலே தண்ணீர் எப்போதுமே போனதில்லை என்று உறுதி செய்தார்கள். இதை எப்படி விளக்குவது? அதற்கு ஒரு வழி உண்டு. பூமியின் மேற்பரப்பு வளைவாக உள்ளதால் அந்த வளைவில் செல்ல செல்ல கப்பல்கள் வடிவம் மறையத் தொடங்குகிறது. முதலில் அடிபாகம் மறையும். பூமியின் வளைவுதான் கப்பல்களை அப்படி மறையச் செய்கிறது. நஷைத்திரங்கள் மறைவது போல ஆனால் ஒரு வித்தியாசம். இது வடக்கு தெற்கு திசைக்குப் பொருந்தும். ஆகாயத்தின் சூழற்ச்சி கிழக்கு மேற்கு திசையில் நஷைத்திரங்களை மறைப்பதில்லை. ஆனால் கப்பல்கள் எந்த திசையில் சென்றாலும் மறைந்தன. எப்போது மறைந்தாலும் ஒரே சீராக மறைந்தது. எந்த திசையில் சென்றாலும் அதே மாதிரி மறைந்தன. அப்படி என்றால் பூமியின் வளைவு எல்லா திசைகளிலும் அதே அளவில் இருக்கிறதாக தெரிந்தது. ஆனால் எல்லா திசைகளிலும் அதே வளைவு உள்ள வடிவம் உருண்டை, கோளம், ஒரு பெரிய பந்தில் ஒரு புள்ளியில் இருந்து பல கோடுகள் வரைந்தால் அந்த கோடுகள் எல்லாம் ஒரே வளைவைக் காட்டும். கப்பல்களின் மறைவை வைத்து பார்த்தால் பூமி ஒரு உருளை இல்லை ஒரு உருண்டை கோளம் என்று தெரிகிறது. ஆகாயம் வெகு பெரிய உருண்டை கோளம். அதன் மத்தியில் பூமியும் ஒரு உருண்டை கோளம். கோளம் என்றாலும் நாம் பார்க்கும் சிறிய பகுதி தட்டையாக தெரிகிறது. ஆனால் ஒரு கேள்விக்கு இன்னும்

விடை இல்லை. நாம் ஏன் பூமியின் வளைவில் சறுக்கி விழுவதில்லை? காற்றும், கடலும் ஏன் சறுக்கி விழுவதில்லை? வேறு ஏதாவது ஆதாரம் பூமியின் வடிவம் என்ன என்று சொல்லாமா? ஒன்று இருக்கிறது மறுபடியும் நாம் ஆகாயத்துக்கு போவோம்.

4. பூமியின் நிழல்

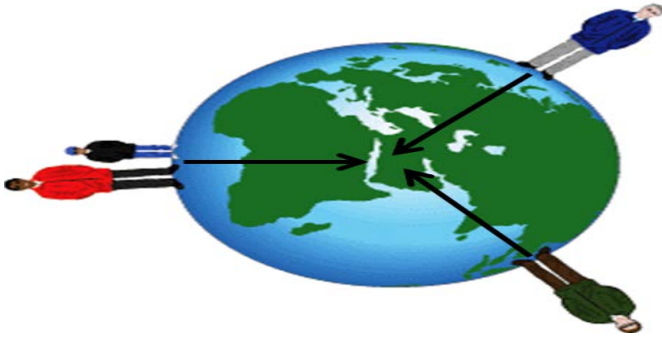
அவ்வப்போது சந்திரன் ஒளி இழக்கிறது. ஒரு கருப்பு நிழல் சந்திரனை மெல்ல மெல்ல மறைக்கிறது. முழுவதும் மறைத்து ஒரு சிவப்பு ஒளிர்வு மட்டும் இருக்கிறது. சிறிது நேரம் கழித்து அந்த கருப்பு நிழல் மறுபடியும் நகர்ந்து மெல்ல மெல்ல சந்திரன் தன் முழு ஒளியை மீண்டும் பெறுகிறது. இதை சந்திர கிரகணம் என்கிறோம்.



பழங்காலத்தில் மக்கள் கிரகணத்தை பார்த்து பயந்தார்கள். சந்திரன் நிரந்திரமாக ஒளி இழந்து விடுமோ? இரவில் ஒளியே இருக்காதோ? அதன் உதவியை இழந்து விடுவோமோ? என்று பயந்தார்கள். ஆனால் ஆகாயத்தை ஆராய்ந்தவர்கள் அது நடக்காது என்று உறுதியாக இருந்தார்கள். ஏனென்றால் கிரகணம் பெளர்ணமி அன்று தான் நடந்தது. மற்ற நேரங்களில் அது நடக்கவே இல்லை. சில பெளர்ணமி நாட்களில் மட்டும் தான் கிரகணம் வந்தது. பெளர்ணமி அன்று சந்திரன் சூரியனுக்கு நேர் எதிர் பக்கத்தில் இருந்ததாக கிரேக்கர்கள் கவனித்தார்கள். சூரிய ஒளி பூமியை கடந்து சந்திரன் மேல் வீசியது. பூமிபக்கம் இருக்கும் சந்திரனை முழு வடிவத்தின் மேலும் ஒளி வீசியது. அதனால் தான் நிலவை முழுவதுமாக ஒரு வட்ட வண்ண ஒளியாக பார்க்க முடிந்தது. ஆனால் பூமி சூரியனுக்கும் சந்திரனுக்கும் சரி நடுவில் இருந்தால் என்ன நடக்கும்? சூரிய ஒளி பூமி வழியாக போக முடியாது. அதனால் சந்திரனுக்கு ஒளி போய் சேர

முடியாது. இதை மாற்றி பூமி தன் நிழலை சந்திரன் மேல் விழ செய்கிறது என்றும் சொல்லலாம். கிரகணத்தின் போது பூமியின் நிழல் சந்திரன் மேல் விழுந்து அதை இருள் அடைய செய்கிறது. அது முழு நிலவு பெளர்ணமியில் பூமி சந்திரனுக்கும் சூரியனுக்கும் சரி நடுவில் வரும்போது நடக்கிறது. இது எப்போதாவது நடக்கிறது. இது தான் சந்திர கிரகணம். பூமியின் நிழலை பார்த்து பூமியின் வடிவம் எப்படி இருக்கும் என்று ஊகிக்கலாமா? முடியும்: பூமியின் நிழல் எல்லைகள் ஒரு வட்டத்தின் பகுதிகளாக காண்கின்றன. கிரேக்கர்கள் கிரகணத்தை வேறு வேறு இடங்களில் ஆகாயத்தில் பார்த்தார்கள். நிலவு ஆகாயத்தின் உயர பகுதியில் இருந்தாலும் தொடுவானம் அருகே கீழே இருந்தாலும் பூமியின் நிழல் வடிவம் ஒரே மாதிரியாக இருந்தது. மாறவே இல்லை. பூமியின் நிழல் சந்திரனை கடந்து செல்கையில் எப்போதுமே வட்டத்தின் பகுதியாகவே காட்சி அளித்தது. அதாவது பூமியின் வடிவம் எந்த திசையிலும் வட்ட வடிவமான நிழலையே விழச்செய்தது. இவ்வாறு நிழல் வடிவம் கொடுக்கும் வடிவம் ஒன்றே ஒன்றுதான். உருண்டை கோளம். கி. மு 350 ல் பீலோ லேயஸ் என்ற கிரேக்க அறிஞர் இதை முழுமையாக ஒப்புக்கொள்ளலாம் என்ற முடிவுக்கு வந்தார். நாம் இப்போது சொன்ன எல்லா ஆதாரங்களையும் அவர் ஒன்றாக தொகுத்தார் கப்பல் மறைவது நகடித்திரங்களின் இடமாற்றம். கிரகணத்தின் போது பூமியின் நிழல் வடிவம். இவைகளினால் பூமி ஒரு உருண்டை வடிவ கோளம் என்ற முடிவுக்கு வந்தார். பூமி உருண்டை மிகைப்பெரிய ஆகாய உருண்டையின் மத்தியில் உள்ளது. பீலோ லேயஸ் பூமி உருண்டை என்று சொன்ன முதல் மனிதர். ஆனால் சில கேள்விகளுக்கு இன்னும் பதில் இல்லை. பூமி உருண்டை என்றால் அதன் மேல் பகுதியில் இருந்து நாம் நகர்ந்த உடனே ஏன் வளைவில் சறுக்கி விழவில்லை? இதைப் பற்றி சிறிது சிந்திப்போம் பொருள்கள்

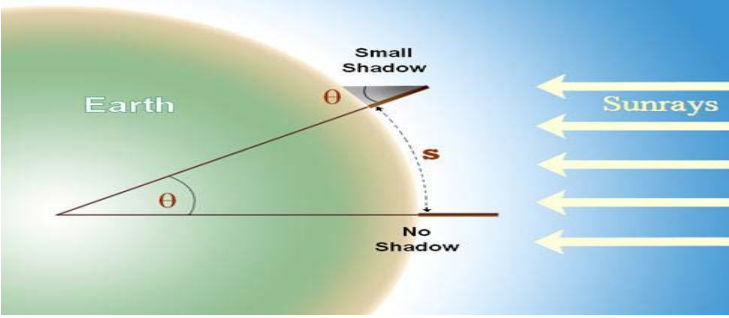
எப்போதும் கீழே தான் விழுகின்றன. எதையாவது தவறவிட்டால் அது கீழே விழுகிறது. கீழே என்றால் என்ன? பூமி கோளவடிவம் என்றால் கீழே விழுவது என்பது பூமியின் மத்தியை நோக்கி செல்வது. இது எல்லாவற்றுக்கும் எங்கேயும்பொருந்தும்.



ஒருவன் பூமி உருண்டையின் ஒரு பக்கத்தில் இருந்தாலும் அதன் நேர் எதிர் பக்கத்தில் இருந்தாலும் அல்லது நடுவே எங்கிருந்தாலும் அவனும் அவனைச் சுற்றி இருக்கும் எல்லா பொருட்களும் பூமி கோளத்தின் மத்திக்கு ஈர்க்க படுகின்றன. அவன் எங்கே இருந்தாலும் பூமியின் மத்தி அவன் கால்களுக்கு கீழ் பகுதியில் தான் உள்ளது. கால்கள் கீழே தலை மேலே கி.மு. 350 ல் இல் கிரேக்க அறிஞர் அரிஸ்டாடில் இதை தெளிவாக விளக்கினார், அரிஸ்டாடில் எண்ணம் எல்லாமே பூமியின் நடுவுக்கு ஈர்க்க படுகிறது. இது சாத்தியமவதற்கு பூமி ஒரு உருண்டை கோளமாக இருக்க வேண்டும். கடல் நீர், காற்று, இவை ஏன் சறுக்கி விழவில்லை? ஏன் என்றால் அவை எங்கே இருந்தாலும் வளைவு பகுதியில் இருந்தாலும் அவை பூமியின் நடுவுக்கு ஈர்க்க படுகின்றன. அதாவது கீழ்நோக்கி இழுக்கப்படுகின்றன.

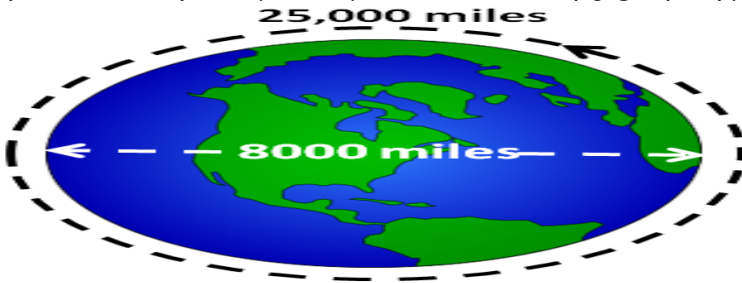
5. பூமியின் அளவு

அரிஸ்டாடில் காலத்துக்கு பிறகு அறிஞர்கள் பூமி உருண்டை என்று ஒப்புக் கொண்டனர். எவ்வளவு பெரிய உருண்டை? அதன் அளவை நடந்து அளக்கமுடியுமா? ஒருவன் உருண்டையின் முழு தூரமும் நடந்து ஆரம்பித்த இடத்துக்கு வந்தால் அவன் நடந்த தூரத்தின் அளவு பூமியின் அளவை அறிய உதவும். ஆனால் இதை எப்படி செய்வது? எந்த திசையில் நடந்தாலும் கடல் வந்துவிடும். அதை கடப்பதற்கு ஆயிரக்கணக்கான மைல்கள் கப்பலில் செல்லவேண்டும். கிரேக்கர்களிடம் அந்த மாதிரியான கப்பல்கள் இல்லை.



வீட்டில் இருந்துக் கொண்டே பூமியின் அளவை அறிவதற்கு வழி உண்டா? எரோஸ்தனீஸ் என்ற கிரேக்க அறிஞர் கி.மு.240 இல் அந்தமாதிரி ஒரு வழி கண்டு பிடித்தார். இந்த மாதிரி பூமி கோளம் என்றால் சூரிய ஒளி பூமியை பல்வேறு கோணங்களில் அடையும். நாம் இருக்கும் இடத்தின் நேர் மேலே சூரியன் ஒருபொழுதில் இருந்தால். சூரிய ஒளி செங்குத்தாக நம் மேல் விழும். ஆனால் பூமி வளைவு கொண்டது அதனால் நூறு மைல் தள்ளி ஒரு இடத்தில் அதே சமயத்தில் சூரிய ஒளி ஒரு சாய்வு கோணத்தில் விழும். எவ்வளவு தள்ளி ஒரு இடம் இருக்கிறதோ அந்த அளவு சூரிய ஒளியின் சாய்வு கோணமும் அதிகரிக்கும். இந்த சாய்வு கோணத்தை அதன் நிழலில் இருந்து அளக்கலாம். ஒரு மரக் கம்பை பூமியில் செங்குத்தாக

நிறுத்தினால் சூரிய ஒளி நேர் மேலிருந்து வந்தால் அதன் நிழலே விழாது. ஆனால் சூரிய ஒளி ஒரு கோணத்தில் சாய்வா வந்தால் அந்த கம்பு ஒரு சிறிய நிழல் வடிவம் தரும். மேலும் சாய்வாக ஒளி வந்தால் நிழல் மேலும் நீளமாக விழும். ஒரு சிறிய ஆய்வு செய்வோம். 500 மைல்கள் இடைவெளியில் ஒரே நீளம் உள்ள இரு மரக்கம்புகள் நடுவோம். ஒரு கம்பின் மேல் சூரிய ஒளி ஒரு சமயம் நேராக விழுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். இதன் மேல் நிழல் விழாது. ஆனால் 500 மைல் தள்ளி உள்ள கம்பின் நிழல் சிறிது நீளமாக விழும் சூரிய ஒளி சாய்வாக படுவதால் பூமி கோளம் வெகு பெரியதாக இருந்தால் மேற்பரப்பின் வளைவு 500 மைல் தூரத்தில் சிறிய அளவே இருக்கும். சூரிய ஒளி சாய்வு கோணமும் சிறியதாகவே இருக்கும் அதனால் கம்பின் நிழல் நீளமும் சிறியதாக இருக்கும். ஆனால் பூமி கோளம் சிறிய உருண்டையாக இருந்தால் 500 மைல்களில் பூமி உருண்டை வளைவு அதிகமாக இருக்கும். சூரிய ஒளியின் சாய்வு கோணம் அதிகமாக இருக்கும் மரக்கம்பின் நிழலும் நீளமாக விழும். பூமியின் இரண்டு வேறு இடங்களில் அவைகளின் நடுவே உள்ள தூரத்தையும் அந்த இடங்களின் நிழல் நீளத்தையும்க் கொண்டு ஜியோமிதி விதிகளை வைத்து பூமியின் அளவை கணிக்க முடியும். ஜீன் - 21 வருடத்தின் மிக நேரம் கொண்ட நாள். அன்றைய தினம் எகிப்தில் சயின் என்ற நகரத்தில் நடப்பட்ட மரக்கம்பு ஒன்று நண்பகலில் நிழல் விழாமல் இருந்தது. 500 மைல் தள்ளி அலெக்ஸாண்டிரியா நகரில் நட்ட மரக்கொம்பு ஒரு அளவு நீளமான



நிழலே தந்தது. 500 மைல்கள் நிழலின் நீளம் இவைகளை வைத்து
 ஏரோஸ்தனிஸ் என்ற அறிஞர் பூமியின் சுற்றளவு 2500 மைல்கள்
 என்றும் 8000 மைல்கள் அதன் விட்டம் என்றும் கணித்தார். அவர்
 எண்களை எல்லோரும் ஒப்புக் கொள்ளவில்லை. பல அறிஞர்கள்
 இந்த கணிப்பு பூமியை வெகு பெரிதாக காட்டுகிறது என்று
 நம்பினார்கள் வேறு சிலர் அவர்களே ஜியோமிதி வரை முறைகளை
 வைத்து பூமி 18000 மைல்கள் சுற்றளவு என்றார்கள் இந்த எண் ஒப்புக்
 கொள்ளதக்க எண் என்ற சம்மதம் வந்தது. கி.பி. 150 ல் டாலமி என்ற
 வான் சாஸ்திர அறிஞர் தன் பூகோள புத்தகத்தில் இன்னும் சிறிய
 அளவை உபயோகித்தார். கிட்டதட்ட ஆயிரம் வருடங்களுக்கு
 டாலமியின் எண்ணிக்கை தான் அறிஞர்களால் ஒப்புக்
 கொள்ளப்பட்டது. டாலமி சரியாக சொல்வார் என்று அறிஞர்கள்
 நம்பினார். கி.பி. 1400 ல் பூமியின் வடிவம் என்ன என்பது ஒரு
 முக்கியமான விஷயமாக ஆனது. ஐரோப்பாவின் நாடுகள்
 தூரக்கிழக்கு நாடுகளுடன் வியாபாரம் செய்ய விரும்பின. இந்தியா,
 கைனா, ஜப்பான், தெற்கு ஆசிய தீவுகளுக்கு செல்ல விரும்பின.
 இவைகளை இண்டிஸ் என்று சொன்னார்கள். இந்த நாடுகளில்
 ஐரோப்பியர் விரும்பிய பட்டு, சமையல் சுவைப் பொருள்கள்,
 நறுமணப் பொருள்கள் இருந்தன. ஆனால் அங்கே போவதற்கு
 சுலபமான வழி ஒன்றும் இல்லை. ஆயிரக்கணக்கான மைல்கள்
 ஐரோப்பாவுடன் விரோதம் கொண்ட நாடுகளின் வழியே போக
 வேண்டும் இது நிலம் வழியாக, கடல் வழியாக போவது சுலபமாக
 இருந்திருக்கும் ஆனால் யாருக்கும் எப்படி கடல் வழியே போவது
 என்றும் தெரியவில்லை. ஆப்பிரிக்க கண்டத்தைச் சுற்றி கடல்
 மார்கமாக செல்லலாம். ஆனால் ஆப்பிரிக்க கண்டத்தின் பூகோளம்
 அளவுகள் யாருக்கும் தெரியவில்லை. 1418 வருடம் போர்ச்சுகல் நாடு
 ஆப்பிரிக்க கடற்கரையை ஆராய கப்பல்களை அனுப்பியது. 70

வருடங்கள் கழித்து தான் ஆப்பிரிக்காவின் தெற்கு முனையை அடைய முடிந்தது. கொலம்பஸ் என்ற இத்தாலியர் மாற்றி யோசித்தார். வெகு தூரம் தெற்கே போய் ஆப்பிரிக்காவின் தென் முனையை அடைந்து வடக்கே திரும்பி மறுபடியும் வெகுதூரம் சென்ற இண்டிஸை அடைய வேண்டுமா? வேறு குறுக்கு வழி ஒன்றும் இல்லையா? ஐரோப்பாவின் மேற்கு முனைக்கும் இண்டிஸ் என்ற ஆசியாவின் நாடுகளுக்கும் பல ஆயிரக்கணக்கான மைல்கள். அந்த ஆயிரக்கணக்கான மைல்களிலும் பூமி வளைவு இருந்தது. அந்த வளைவு இண்டிஸ் ஆசிய நாடுகளை வளைந்துத் தொட்டு இருக்குமோ. அப்படி இருந்தால் அந்த வளைவு வழியே நேரே இந்திஸ் நாடுகளை அடையலாமே. ஆனால் இது பூமியின் அளவைப் பொருத்து. 25000 மைல்கள் சுற்றளவு என்றால் 9000 மைல்கள் மேற்கு ஐரோப்பாவுக்கும் இந்திஸ்க்கும் தூரம் என்றால் மேற்கே போனால் 16000 மைல்கள் போனால் தான் இந்திஸை அடைய முடியும். இவ்வளவு தூரம் போகும் கப்பல்கள் அப்போது இல்லை. ஒருவேளை பூமி 18000 மைல் சுற்றளவு என்றால் (டாலமி சொன்னவாறு) நில வழி 12000 மைல்கள் என்றால் கடல் வழி 6000 மைல்கள் தான். ஐரோப்பா மேற்கே சில தீவுகளும் ஆசியாவின் கிழக்கே சில தீவுகளும் இருந்தன இவைகளை கணக்கும்க் கொண்டால் ஐரோப்பாவுக்கும் இந்தியாவுக்கும் 3000 மைல்கள் தான் கடல் பயணம். இதன் பேரில் கொலம்பஸ், ஸ்பெயின் நாட்டின் ராஜா



ராணி இருவரையும் தூரம் 3000 மைல்கள் தான் என்று நம்ப வைத்து 1492 ஆகஸ்ட் மாதத்தில் மூன்று கப்பல்களுடன் பயணம் ஆரம்பித்தார் மேற்கே சென்றார். கொலம்பஸ் எண்ணியது தவறு இண்டிஸ் தூரம் அவர் நினைத்ததை விட வெகு அதிகம் ஐரோப்பாவுக்கும் ஆசியாவுக்கும் நடுவில் மேற்கு திசையில் மிகப்பெரிய நில கண்டங்கள் இருந்தன. அவைகளின் முனையில் இண்டிஸ் தீவுகள் இருப்பதாக கொலம்பஸ் நம்பினார். அக்டோபர் 12, 1492 கொலம்பஸ் ஒரு சிறிய தீவை அடைந்தார் அது இண்டிஸ் அருகே இருப்பதாக எண்ணினார். பல தீவுகளை ஆராய்ந்தார் கொலம்பஸின் தவறினால் நாம் இன்றும் அவைகளை மேற்கு இந்திய தீவுகள் என்று சொல்கிறோம். அங்கு இருந்த மக்களை அவர் இந்தியர்கள் என்றுச் சொன்னார். அவர்களின் சந்ததியினர் இன்றும் மேற்கு இந்தியர்கள் எனப்படுகின்றனர். கொலம்பஸ் தான் இந்நினை என்ற ஆசிய தீவுகளை அடைந்து விட்டோம் என்று 1506 ல் இருக்கும் வகையில் நம்பினார். ஆனால் மற்றவர்கள் நம்பவில்லை. கொலம்பஸ் கண்ட இடங்கள் நிலம் வழியாக சைனாவை அடைந்தவர்கள் எழுதிய வர்ணைகளுக்கு முற்றும் மாறியதாக இருந்தது. கொலம்பஸ் கண்டுப்பிடித்தது புது நில கண்டங்கள் என்று பலர் நம்பினார். முதன் முதலில் இதைச் சொன்னது அனமெரிக்கஸ் வெஸ்டிசியஸ் என்ற இத்தாலிய மாலுமி அவருக்கு மரியாதையாக அந்த நில கண்டங்கள் அமெரிக்கா என்று பெயரிடப்பட்டன. இந்த சமயத்தில் போர்த்துகல் ஆப்பிரிக்காவின் முனையை சுற்றி இண்டிஸ் வந்து சேர்ந்து விட்டது. ஸ்பெயின் புதுகண்டங்களுக்குப் போயிற்று ஆனால் அவை ஆசிய இண்டிஸ் மாதிரி செல்வமும் கல்வியரிவும் கொண்டதாக இல்லை. பெர்டினான்ட் மெகல்லன் என்ற மாலுமி போர்த்துகல் அரசு தன்னை ஏமாற்றி விட்டது என்று ஸ்பெயின் நாட்டு மன்னரிடம் இன்னொரு வழி இந்திஸ்க்கு உண்டு. மேற்கே

அமெரிக்க கண்டங்களை கடந்து போவது மூன்றாவது வழி என்று சொன்னார். 1519 ம் ஆண்டு மெகல்லன் ஐந்து கப்பல்களுடன் பயணமானார். தென் அமெரிக்கா வந்து அங்கிருந்து மேலும் போகும் வழியை தேடினார். மெகல்லன் நீரினை என்ற நீர் மார்க்கம் வழியாக தென் அமெரிக்காவின் தென் முனையை அடைந்தார். பசிபிக் பெருங்கடல் பெரியதாகவும் தீவுகள் இல்லாமல் இருப்பதாகவும் பார்த்தார் அவர் பசிபிக் கடலை கடந்த போது வெகு அமைதியாக இருந்தது. 99 நாட்கள் கரையே பார்க்காமல் கடலில் சென்று குவாம் என்ற தீவை அடைந்தார். அடைந்த போது உணவும் தண்ணீரும் தீர்ந்து இருக்கும் நிலையில் குவாம் வந்தது. அங்கிருந்து கப்பல்கள் பிலிப்பைன் தீவுக்கு சென்றன. அங்கு மெகல்லன் கொல்லப்பட்டார் ஆனால் மற்றவர்கள் கடல் பயணத்தை தொடர்ந்தனர். 1522 ம் வருடம் மூன்று வருட கடல் பயணத்துக்கு பிறகு அவர் உலகை சுற்றி மீண்டும் ஸ்பெயின் வந்து சேர்ந்தனர் மெகல்லன் கப்பல்கள் உலகை சுற்றிய முதல் பயணம் ஆகும். அவர் எழுத்து மூலம் பூமி எவ்வளவு பெரியது என்று தெரியவந்தது எரோஸ்தனிஸ் சொன்னது சரி. பூமி 25000 மைல்கள் சுற்றளவு மெகல்லனின் ஐந்து கப்பல்களில் ஒன்று தான் திரும்பி வந்தது. 18 பேர்களே திரும்பி வந்தனர். பூமி 25000 மைல்கள் சுற்றளவு மற்ற கணிப்புகள் தவறு. ஆனால் கொலம்பஸ் தவறாக நினைக்காவிட்டால் அமெரிக்கா மேலும் பல நூற்றாண்டுகள் கண்டு பிடிக்கப்படாமல் இருந்திருக்கும்.